

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-209662

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 2 F 1/1343

1/133

1/1347

識別記号

5 1 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平6-6588

(22) 出願日 平成6年(1994)1月25日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 佐々木 亨

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 北島 雅明

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 檜山 郁夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

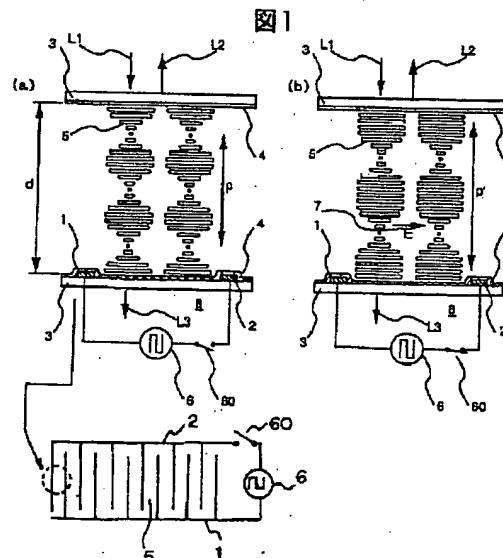
(54) 【発明の名称】 液晶表示器および液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 光利用効率が高い反射型カラー液晶表示装置を実現する。

【構成】 一定の間隔で対向配置させた一对の基板3の間に、可視光の領域に選択反射波長を有するコレステリック液晶組成物5を充填し、一对の基板3のうちの少なくとも一方の基板の他方の基板に対向させた表面に、この表面に平行な方向の電界を液晶組成物に印加する構造を有する電極1、2を形成する。

【効果】 電界によってコレステリック液晶組成物5のピッチを変化させ、その選択反射の中心波長を変化させることにより複数色の表示が可能となる。



面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 $\phi$ と、正の定整数 $m$ に対して、次式

$$|d/p0 - (m\pi + \phi) / (2\pi)| < 1/4$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項10】請求項2、3、6、7または8記載の液晶表示装置であって、

入射する外光を、当該光が前記各液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、積層された複数の前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項11】請求項1、4、5または9記載の液晶表示器であって、

入射する外光を、当該光が前記液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を有することを特徴とする液晶表示器。

【請求項12】請求項2、3、6、7、8または10記載の液晶表示装置であって、

前記積層された複数の前記液晶表示器の上層に積層され、前記複数の前記液晶表示器に入射する光量もしくは前記複数の前記液晶表示器が外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】請求項1、4、5、9または11記載の液晶表示器であって、

前記液晶表示器の上層に積層され、前記液晶表示器に入射する光量もしくは前記複数の前記液晶表示器が外部に反射する光量を、前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】請求項3記載の液晶表示装置であって、選択しなかった液晶表示装置が順番に交代するように、前記3つの液晶表示器のうちより順次選択した2つの液晶表示器の電極に、前記電界を発生するための電圧を前記電源より順次印加する電源を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】請求項4記載の液晶表示器であって、前記第7の電極と第3の電極との間の電位差の絶対値と、前記第8の電極と第6の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく第1の所定値となり、前記第3の電極と第8の電極との間の電位差の絶対値と、前記第6の電極と前記第1の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく第2の所定値となるように、前記第3の電極と第6の電極と第7の電極と第8の電極とに、それぞれ所定の振幅の交流化された電圧を印加する複数の電源を有することを特徴とする液晶表示器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コレステリック液晶を

用いて反射光によりカラー表示を行う液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】反射型の液晶表示装置は、光源を必要とせず消費電力も小さいことから、透過型の液晶表示装置に比べ携帯型の情報機器の適用に適していると言える。

【0003】また、このような従来の反射型の液晶表示装置としては、たとえば、Proceedings of SID, Vol. 27 (1986) p. 223-227に記載されているコレステリック-ネマチック相転移性を利用した反射型の液晶表示装置が知られている。

【0004】このProceedings of SID, Vol. 27 (1986) p. 223-227に記載の反射型の液晶表示装置では、電界無印加状態でコレステリック相を呈する液晶組成物に、配向方向によって光の吸収性が異なる二色性色素を混合してゲスト-ホスト型となし、液晶組成物を扶持する基板に垂直な方向の（コレステリック液晶組成物の螺旋軸と平行な方向の）電界を印加して、ネマチック相への相転移を起こし、これにより二色性色素分子の配向方向を変化させることによって電界の非印加時とは異なる色を表示していた。

【0005】また、基板に垂直な方向の電界を、液晶組成物を扶持する平行平板型コンデンサ素子で近似される負荷を充放電することにより印加していた。

【0006】また、従来の液晶表示装置におけるカラー表示は、特開昭49-74438記載のように1個1個の画素に光の3原色である赤、緑、青に対応する光吸収型のマイクロカラーフィルタを配置し、そのマイクロカラーフィルタを透過した光の加法混色によって実現されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記Proceedings of SID, Vol. 27 (1986) p. 223-227に記載の反射型の液晶表示装置によれば、液晶組成物中に混合可能な二色性色素の量には上限があり、また、二色性色素分子の配向方向が完全に揃わないことより、十分なコントラスト比を得ることが困難であるという問題があった。なお、コントラスト比を高めるために偏光板を用いると、偏光板は無偏光の光から電界の振動方向がある特定方向の偏光だけを取り出して他の方向の偏光を吸収する作用があるため光の利用効率が低下し、表示画面が暗くなるという問題が生じることとなる。

【0008】また、液晶組成物分子の長軸が基板の表面から立ち上がる動きをするため、その立上り方向が異なる部分でドメイン境界が発生して表示が乱れてしまうといった問題が生じる。

【0009】また、カラー表示を実現するために、前述したマイクロカラーフィルタを用いると、光の利用効率が、どうしても低下し、表示画面が暗くなるという問題があった。

なることによるドメイン境界が発生しない。特に、対向させた一对の基板の間隔 $d$ が、液晶組成物を充填した任意の地点で常に $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$ を満たすように設定すると、巻数の相違によるドメイン境界が発生しない。なお、ここでいうドメイン境界とは、液晶組成物の配向ベクトル(ダイレクタ)が空間的に不連続に変化する部分のことである。また、液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を備えれば、視角の相違による、視認性の、ばらつきを軽減することができる。

【0020】また、前記第2の液晶表示装置によれば、たとえば、自発ピッチにおける選択反射の中心波長が青色領域であるコレステリック液晶組成物を用い、前記第7の電極と第3の電極との間の電位差の絶対値と、前記第8の電極と第6の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく選択反射中心波長が赤/緑色となる値となり、前記第3の電極と第8の電極との間の電位差の絶対値と、前記第6の電極と前記第1の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく選択反射中心波長が緑/赤色の値となるように、前記第3の電極と第6の電極と第7の電極と第8の電極とに、それぞれ所定の振幅の交流化された電圧を印加することにより、光の3原色である赤、青、緑が交互に周期的に配置された反射パターンを実現できる。したがって、液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えれば、赤、青、緑の光量を任意に制御し、フルカラーの表示を実現することができる。

【0021】次に、前記第1の液晶表示装置によれば、螺旋のねじれが右巻と左巻のコレステリック液晶組成物によって右回り偏光と左回り偏光の両者を反射することができ、光利用効率を向上することができる。

【0022】また、前記第2の液晶表示装置によれば、たとえば、選択しなかった液晶表示装置が順番に交代するように、前記3つの液晶表示器のうちより順次選択した2つの液晶表示器の電極に、前記電界を発生するための電圧を前記電源より順次印加することにより、光の3原

$$|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4 \quad \text{式1}$$

を満たすよう間隔 $d$ の誤差を収めた。このようにすることにより、一对の基板間に充填された全ての同電界中の液晶組成物の螺旋の巻数を同じとし、その分子長軸の向きを、電極1、2の長辺方向とほぼ垂直な相互に逆向きの2つの方向のうち一方の同じ向きに配向させることができる。

【0030】ただし、 $m$ は正の定整数であり、ここでは、 $m$ を18に設定した。

【0031】そして、電極1、2に印加する電圧を制御するスイッチング素子60を介して、出力電圧の振幅を

\*色である赤、青、緑が交互に周期的に反射される反射パターンを実現できる。したがって、液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えれば、前記赤、青、緑が交代する周期に合わせ、赤、青、緑の光量を任意に制御することができ、フルカラーの表示を実現することができる。

【0023】

【実施例】以下、本発明に係る液晶表示装置の実施例について説明する。

【0024】【実施例1】まず、第1の実施例について説明する。

【0025】図1aに、本第1実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0026】図示するように、本第1実施例に係る液晶表示装置は、一对の光透過性のプラスチック基板3の一方の基板の表面に、短冊状の形状の金属電極1、2を形成し、電極1、2を覆うよう一对の基板3の向き合う表面にポリイミド樹脂配向膜4を形成したものである。

【0027】また、配向膜4には基板表面における液晶組成物5の分子長軸方向が電極1、2の長辺方向とほぼ垂直に配向させるようにラビング処理を施している。すなわち、一对の基板3のそれぞれの基板表面における液晶組成物分子5の配向方位角の角度差 $\phi$ は0になるようにした。なお、角度差 $\phi$ は図2に示すように、一对の基板3のそれぞれの基板表面における分子長軸方向の角度差とした。

【0028】また、一对の基板3は、プラスチックビーズスペーサ(図示せず)によって一定の間隔 $d = 5(\mu\text{m})$ で対向配置させており、この一对の基板3の間隙には、誘電率異方性が正であり、平均の屈折率 $n$ が1.5であり、螺旋のねじれが右巻で螺旋の自発ピッチ $p_0$ が280(nm)のコレステリック相を呈する液晶組成物5を充填している。なお、このような液晶組成物としては、たとえば、コレステリルクロライドとシアノベンチルピフェニルとの混合物等を用いることができる。

【0029】また、液晶表示装置の全面に渡って、一对の基板の間隔 $d$ が

変化させることが可能な交流電源6を電極1、2に接続した。

【0032】このような構造の液晶表示装置において、電極1、2間に電圧が印加されない状態では、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは図1a中に示した $p$ になる。配向膜4の表面ではコレステリック液晶組成物5の分子長軸方向が電極1、2の長辺方向とほぼ垂直な方向に規定されているため、一定の間隔 $d$ で対向させた一对の基板3の間隙に充填された状態におけるコレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチ $p$ は自発ピッチ $p$

均一に配向しやすい方向に設定することができ、配向処理の方法もラビング処理に以外の方法により行うようにしてもよい。また、一対の基板3のそれぞれの基板表面における液晶組成物分子5の配向方位角の角度差 $\phi$ および一対の基板3の対向する間隔 $d$ も式(1)を満たす限り任意であり、印加電界のしきい値 $E_{th}$ を適切な値に設定するために変更してかまわない。また、使用するコレステリック液晶組成物も、使用温度範囲や螺旋のピッチの温度係数などが適切な値を有する限り任意のコレステリック液晶組成物を使用することができる。

【0044】【実施例2】以下、本発明の第2の実施例について説明する。

【0045】本第2実施例は、前記第1実施例に係る液晶表示装置において、誘電率異方性が正であるコレステリック液晶組成物に代えて、誘電率異方性が負であるコレステリック液晶組成物5を一対の基板3の間に充填したものである。

【0046】図2に示すように、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加すると、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子短軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは $p$ から $p'$ に変化する。したがって、前記第1実施例と同様に、印加電界7を増大させるのに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。

【0047】【実施例3】以下、本発明の第3の実施例について説明する。

【0048】本第3実施例は、前記第1実施例に係る液晶表示装置において、螺旋のねじれが右巻であるコレステリック液晶組成物に代えて、螺旋のねじれが左巻であるコレステリック液晶組成物5を一対の基板3の間に充填したものである。

【0049】このような液晶組成物としては、たとえば、コレステリルミリスレートとシアノベンチルピフェニルとの混合物がある。

【0050】本第3実施例に係る液晶表示装置によれば、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加すると、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子長軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは $p$ から $p'$ に変化する。液晶表示装置8への入射光 $L1$ のうち、コレステリック液晶組成物5の螺旋のねじれが左巻であるため、選択反射される円偏光 $L2$ は、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチ $p$ によって(式2)で定まる選択反射の中心波長 $\lambda$ を中心とする波長領域の左回り円偏光になり、選択反射光 $L2$ と同じ波長領域の右回り円偏光と選択反射光 $L2$ の波長領域以外の光を合わせた光 $L3$ が透過することになる。

【0051】他の点は、前記第1実施例と同様である。

【0052】【実施例4】以下、本発明の第4の実施例について説明する。

【0053】図7に、本第4実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0054】本第4実施例に係る液晶表示装置は、螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物5aを充填した前記第1実施例に係る液晶表示装置8aと、螺旋のねじれが左巻のコレステリック液晶組成物5bを充填した前記第3実施例に係る液晶表示装置8bを、表示面に垂直な方向から見たときに第1の液晶表示装置8aの電極1、2のパターンと第2の液晶表示装置8bの電極1、2パターンが相互に、それぞれ重なり合うように積層配置したものである。

【0055】このように、各液晶表示装置の各電極を相互に重なりあうように配置することにより、入射した外光 $L1$ は第1の液晶表示装置8aの電極1、2によって遮られるものの、第2の液晶表示装置8bの電極1、2によって遮られることがない。したがって、入射した外光 $L1$ が短冊状の形状の電極1、2によって遮られる比率が低く維持されて光利用効率が向上する。

【0056】さて、第1の液晶表示装置8aに入射した外光 $L1$ のうち、(式2)で決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射され、残りの光が透過する。その残りの光のうち、(式2)で決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域の左回り円偏光が第2の液晶表示装置8bで選択反射され、さらに残りの光 $L3$ が透過する。第2の液晶表示装置8bで選択反射された左回り円偏光は進行方向が反対になるため第1の液晶表示装置をそのまま透過する。

【0057】したがって、反射光 $L2$ は、入射した外光 $L1$ のうちの、コレステリック液晶組成物5aおよび5bの平均の屈折率と螺旋のピッチで決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域のすべての光である。

【0058】したがって、第1、第2の液晶表示装置の選択反射の中心波長を一致させたまま変化させると、図4に示すように、選択反射光 $L2$ は、電極1、2間に電圧が印加されない状態では曲線10B2で示す反射率で反射されるが、電極1、2間に印加する電圧を変化させると、コレステリック液晶組成物5aおよび5bの螺旋のピッチが増大することによって、曲線10G2、10R2で示す反射率で反射されるように変化する。したがって、これに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。また、さらに、実施例1に比べて2倍の光利用効率で選択反射光が反射されることになる。

【0059】なお、図5には、本第4実施例に係る液晶表示装置の透過率の波長依存性をも示している。図5中の曲線10B4、10G4および10R4はそれぞれ選択反射の特性が図5中の曲線10B2、10G2および10R2である状態における透過光 $L3$ の透過率であ

bのみが反射される。

【0074】もちろん、これらの波長領域の組み合わせで反射を行わせることも可能であるので、図9に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置すれば、RGBの組み合わせ8色の表示が可能なカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0075】一方、8Ba、8Bbおよび8Ga、8Gbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第1の期間と、8Ba、8Bbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第2の期間と、8Ga、8Gbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第3の期間を16.6(ms)の周期で繰り返せば、各液晶表示装置は電圧印加状態で選択反射の中心波長が赤外領域になって可視光はすべて透過するようになったため、第1の期間では赤、第2の期間では青、第3の期間では緑の色が反射されて見える現象が高速に交替する。

【0076】なお、たとえば、図10に示すように、3個の液晶表示装置8Bb、8Gbおよび8Rbを取り去り、反射光として右回り円偏光のみを利用するようにしても同じである。この場合は、常に左回り円偏光Bb、GbおよびRbが可視光吸収体9に達するため光利用効率は低下するが、使用する液晶表示装置の個数が半分になるため駆動回路や駆動電力、重量を半減し、低価格かつ低消費電力の液晶表示装置を提供することができる。なお、もちろん左回り偏光のみを利用するようにしてもよいし、色毎に異なる回りの偏光を利用するようにしてもよい。また、図9、10における可視光吸収体9の材質は任意であり、積層配置した複数の液晶表示装置のうちで最下層の液晶表示装置の一方の基板の一方を可視光吸収体で構成してもよい。

【0077】さて、このように、本第6実施例によれば、光の3原色を高速に交替して反射するカラー表示を実現できるので、図11に示す構成によって、フルカラーの液晶表示を実現することができる。

【0078】すなわち、図11に示すように、図9に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置した液晶表示装置8の下層に黒色プラスチックフィルムからなる可視光吸収体9を積層配置し、液晶表示装置8の上方に、ゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用した透過型単色液晶表示装置22を積層配置する。

【0079】液晶表示装置8における電極パターンは、透過型単色液晶表示装置22における電極パターンあるいは遮光層のパターンが表示面に垂直な方向から見たときに相互に重なり合うように積層配置する。

【0080】また、行駆動回路221、列駆動回路222、各部を制御する制御回路100を設ける。

【0081】そして、このような構成において、制御回路100は、液晶表示装置8が赤、青、緑の色を順次交

代して繰返し高速に反射するよう制御する。また、制御回路は、外部より入力するRGB画像データに応じて行駆動回路221、列駆動回路222を制御して、透過型単色液晶表示装置22上に表示画像パターンの各色に適合した透過率パターンを、液晶表示装置8が赤、青、緑の反射期間に同期して実現し、各色の透過光量を制御する。これにより、液晶表示装置8において選択反射される光の量を任意に制御することができる。すなわち、特定の波長領域の光の量を任意に制御可能である。したがって、これにより、光利用効率を向上した明るいフルカラー液晶表示装置を実現できる。

【0082】なお、透過型単色液晶表示装置22にゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用したが、透過型単色液晶表示装置22としては、ツイステッドネマチック型液晶表示装置やスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置、コレステリック-ネマチック相転移型ゲスト-ホストモード液晶表示装置、動的散乱モード液晶表示装置なども利用して構わない。さらに、透過型単色表示装置であれば無機物を利用した表示装置を用いることも可能である。

【0083】また、図11には、液晶表示装置8として、図10に示した液晶表示装置を用いた場合について示したが、もちろん図9に示した液晶表示装置を用いれば、より明るい表示を実現することができる。

【0084】【実施例7】以下、本発明の第7の実施例について説明する。

【0085】本第7実施例では、前記第4実施例に係る液晶表示装置(図7参照)における基板3の電極2を、図12に示すように設ける。ここで、図12aは、液晶表示装置の電極構造の平面を示し、図12bは、図12a中のA-A'に沿った断面を示している。

【0086】さて、図示するように、本第7実施例では、光透過性のプラスチック基板3の表面に、短冊状の形状の第1の金属電極11を600( $\mu\text{m}$ )の周期で配置し、この周期の1/6の位置に短冊状の形状の第2の金属電極12を周期的に配置し、両者を電極配線93に接続した。次に、前記周期の3/6の位置に周期的に配置した短冊状の形状の第4の金属電極14と、4/6の位置に周期的に配置した短冊状の形状の第5の金属電極15の両者を電極配線93に接続した。そして、この表面にシリコン酸化物からなる絶縁層34を形成し、前記周期の2/6の位置に短冊状の形状の第3の金属電極13を周期的に配置し、電極配線92に接続し、5/6の位置に短冊状の形状の第6の金属電極16を周期的に配置し、電極配線94と接続した。

【0087】そして、図12に示すように電極配線91、92、93および94にそれぞれ交流電源61、62、63および64を接続して電圧を印加し、液晶表示装置を駆動した。この時、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ15(V)、45

20

向方位角の角度差 $\phi$ を示す図である。

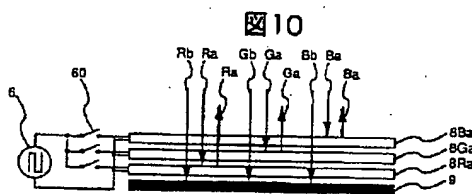
7...印加電界

20

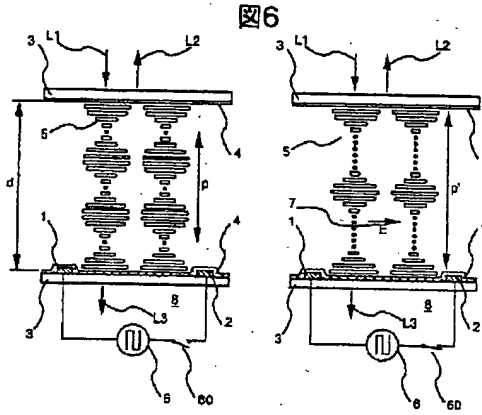
30

【図2】本発明の第1実施例に係る液晶組成物分子の配

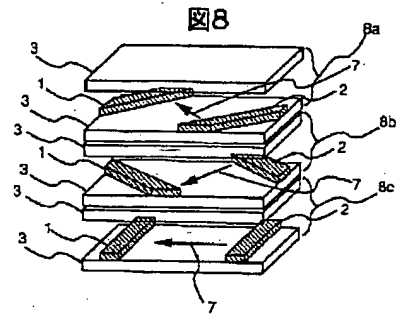
【图 10】



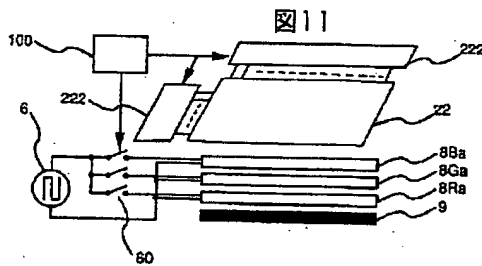
【図6】



【図8】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**